

**Besteht ein Zusammenhang zwischen der
Richtung der elektrischen Hauptachse
des Herzens und der QRS-Dauer im
Elektrokardiogramm?**

von

Marie-Luise Friederike Vogel, geb. Brunner

aus

Berg

1976
_

1977 # 67



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
und der Poliklinik für Berufskrankheiten
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Professor Dr. med. H. Valentin)

**Besteht ein Zusammenhang zwischen der
Richtung der elektrischen Hauptachse
des Herzens und der QRS-Dauer im
Elektrokardiogramm? *)**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Marie-Luise Friederike Vogel, geb. Brunner

aus

Berg

*) Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft Bonn-Bad Godesberg

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. med. E. Rügheimer
Referent: Priv.-Doz. Dr. med. G. Schäcke
Korreferent: Prof. Dr. med. H. Valentin

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Dezember 1976

Herrn Prof.' Dr. med. H. Valentin danke ich für die Möglichkeit, daß die Dissertation in seinem Institut angefertigt werden konnte und für die stets zuteil gewordene Förderung.

Den Herren Priv.-Doz. Dr. med. G. Schäcke und Priv.-Doz. Dr. med. H.-G. Essing danke ich für die Überlassung des Themas und die Hilfe bei der Abfassung der Arbeit. Ebenso gilt mein Dank Herrn Dipl. Phys. D. Weltle für die Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung der Meßwerte.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. UNTERSUCHUNGSGUT UND METHODIK	2
2.1. Kollektiv	2
2.2 Methodik	3
2.2.1 Auswertung des Elektrokardiogramms	3
2.2.2 Statistische Auswertung und Bearbeitung	4
3. ERGEBNISSE	4
3.1 Abhängigkeit der Herzschlagfrequenz vom Winkel α	4
3.2 Abhängigkeit der Dauer des Kammerkomplexes von der Herzschlagfrequenz	6
3.3 Abhängigkeit der Dauer des Kammerkomplexes vom Lagetyp	10
4. DISKUSSION	12
5. ZUSAMMENFASSUNG	15
6. LITERATURVERZEICHNIS	17
7. ANHANG	20

1. EINLEITUNG

Die Bestimmung der Richtung der elektrischen Hauptachse des Herzens zählt zu den Basisuntersuchungen für die Interpretation des Elektrokardiogramms. Hierbei kommt den Extremitätenableitungen nach EINTHOVEN und GOLDBERGER entscheidende Bedeutung zu. Bei Kontrollen des Elektrokardiogramms über einen längeren Zeitraum hinweg können Veränderungen des Lagetyps wichtige diagnostische Hinweise liefern. So kann es sich einmal um physiologische Änderungen mit zunehmendem Alter, zum anderen aber auch um ein pathologisches Geschehen handeln. Respiratorische Verlagerungen des Zwerchfellstandes haben ebenfalls eine Richtungsänderung der Herzachse zur Folge. Fettsucht, Schwangerschaft und Ascites bewirken wie die Expiration eine Linksdrehung der elektrischen Herzachse. Eine Richtungsänderung im Sinne einer Rechtsdrehung kommt zustande, wenn sich das Zwerchfell senkt. Dies ist beispielsweise der Fall bei Inspiration, plötzlicher starker Gewichtsabnahme, Emphysem und Asthma (14).

Die steigende Zahl von elektrokardiographischen Screeninguntersuchungen erfordert den Einsatz der automatischen Auswertung mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung derartiger Methoden ist allerdings, daß lediglich nur ein tolerierbares Minimum an pathologischen Befunden übersehen wird. Dann wäre eine ärztliche Nachkontrolle der vom Computer als "normal" klassifizierten Elektrokardiogramme nur in begrenztem Umfang erforderlich (11, 21).

Der notwendige Grad an Zuverlässigkeit ist auf der Grundlage exakter und ausreichend reproduzierbarer Messungen möglich. Die Grenzen zwischen "normal" und "pathologisch" müssen für die verarbeiteten Parameter eindeutig definiert und zahlen- oder formelmäßig zuverlässig erfaßt sein.

Für die klinische Routinediagnostik, bei der vorwiegend Ruhe-Elektrokardiogramme registriert und befundet werden, sind innerhalb der letzten beiden Jahrzehnte zahlreiche Programme zur automatischen EKG-Analyse entwickelt worden (3, 4, 6, 8, 10, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32). Jedoch kann auch heute noch nicht die diagnostische Wertung von EKG-Befunden durch den Arzt generell vom Computer übernommen werden. Insbesondere ist für die automatische EKG-Bewertung die Erarbeitung von Normwerten und Normalbereichen erforderlich. Dies gilt bei den einzelnen Stromkurvenverläufen für die Zeiten, die Amplituden sowie deren Abhängigkeiten untereinander.

Die vorliegende Studie befaßt sich mit der Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Richtung der elektrischen Hauptachse des Herzens und der Dauer des Kammerkomplexes im Elektrokardiogramm.

2. UNTERSUCHUNGSGUT UND METHODIK

2.1 Kollektiv

Untersucht wurden 134 vorwiegend körperlich tätige Werkstättenarbeiter. Die Untersuchung umfaßte:

- Erhebung der Krankheitsvorgeschichte
- klinisch-physikalische Untersuchung
- klinisch-chemische Untersuchung
- Röntgenuntersuchung der Thoraxorgane
- Elektrokardiogramme mit den Ableitungen nach EINTHOVEN, GOLDBERGER, WILSON und NEHB.

Nach Bereinigung des Kollektivs unter Berücksichtigung kardiovaskulärer Erkrankungen wurden die Elektrokardiogramme von 110 Probanden ausgewertet.

Die biometrischen Daten des Kollektivs sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der biometrischen Daten des bereinigten Kollektivs

n = 110	$\bar{x}$	s	min	max
Alter (Jahre)	40,3	9,8	23	61
Länge (cm)	172,3	5,8	159	186
Gewicht (kg)	82,0	11,1	54	106
Relativgewicht (%)	124,7	15,0	95	165

2.2 Methodik

2.2.1 Auswertung des Elektrokardiogramms

Die Elektrokardiogramme wurden mit Hilfe eines Düsenschreibers* in folgenden Ableitungen geschrieben: Standardableitungen I, II, III nach EINTHOVEN, unipolare Extremitätenableitungen aVR, aVL, aVF nach GOLDBERGER, unipolare Brustwandableitungen $V_1 - V_6$ nach WILSON, bipolare Brustwandableitungen D, A, I nach NEHB. Aus den Ableitungen II, III, V_3 und D wurden in je drei aufeinanderfolgenden EKG-Komplexen folgende Zeiten bestimmt:

QRS-Dauer in msec,

QR-Dauer in msec, wenn keine S-Zacke meßbar war,

RS-Dauer in msec, wenn keine Q-Zacke meßbar war,

Kriterium der Meßbarkeit war eine Mindesthöhe der Amplituden von 0,5 mm (Abstand Zackenspitze - Nulllinie).

Abbildung 1 zeigt die Bezugspunkte der vermessenen Strecken.

Die RR-Zeit aus drei aufeinanderfolgenden EKG-Komplexen war zur Beantwortung folgender Fragen zu bestimmen:

1. Hängt die Herzschlagfrequenz von der Richtung der elektrischen Hauptachse des Herzens (Winkel α) ab?
2. Hängt die QRS-Dauer von der Herzschlagfrequenz ab?

Parameter für den Lagetyp ist der Winkel α . Um eine möglichst große Genauigkeit zu erzielen, wählten wir die trigonometrische Berechnung. Die dazu notwendigen synchronen Bezugspunkte ergaben sich aus den simultan registrierten Standardableitungen I, II und III. Bezogen auf die EINTHOVEN'schen Idealvorstellungen (14) wurde die Vektorsumme gleich Null gesetzt.

$$\text{Abl. I} + \text{III} - \text{II} = 0$$

$$\text{Abl. II} = \text{Abl. I} + \text{III}$$

$$\text{Abl. III} = \text{Abl. II} - \text{I}$$

Hiernach ist es möglich, aus dem Vektor zweier Ableitungen sowohl die dritte als auch den Winkel α zu berechnen.

Nach HOLZMANN (14) ist die Projektionsgröße eines Vektors auf eine der Ableitungslinien gleich dem manifesten Wert des Vektors in der Frontalebene, multipliziert mit dem Kosinus des Winkels α , den dieser mit der Ableitungslinie bildet:

*Cardirex 6, Fa. Siemens AG, Erlangen

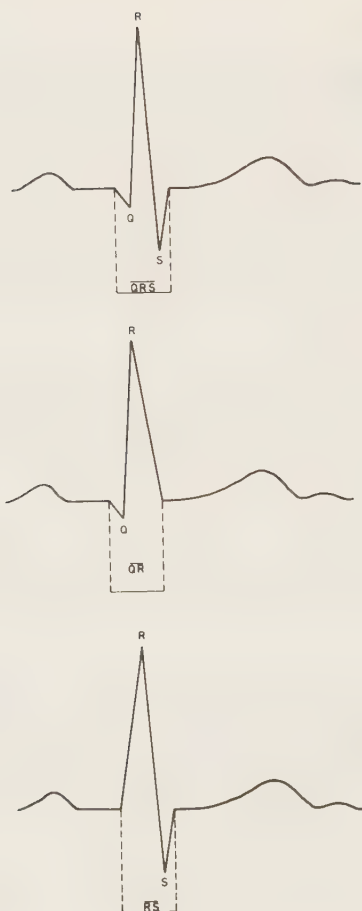


Abb. 1

Bezugspunkte für die Ausmessung der QRS-, QR- und RS-Strecken

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} &= \frac{2e_{II} - e_I}{e_I \sqrt{3}} \\ E &= \frac{e_I}{\cos \alpha} \end{aligned}$$

$$e_I = E \cos \alpha$$

$$e_{II} = E \cos (\alpha - 60^\circ)$$

$$e_{III} = E \cos (120 - \alpha)$$

e = Vektorprojektion auf die Extremitätenableitung
 E = manifester Vektorwert

Unter Verwendung der EINTHOVEN'schen Formel erhält man für jedes EKG drei Winkel, die innerhalb einer vertretbaren Streubreite gut übereinstimmen.

2.2.2 Statistische Auswertung und Bearbeitung

Zunächst wurden die in Millimetern erhobenen Meßwerte (QRS-, QR-, RS-Dauer und RR-Abstand) in Millisekunden umgerechnet. Dann wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet sowie ausführliche Regressionsanalysen durchgeführt.

Sämtliche Berechnungen erfolgten an der Rechenanlage CD 3300 des Rechenzentrums der Universität Erlangen-Nürnberg.

3. ERGEBNISSE

3.1 Abhängigkeit der Herzschlagfrequenz vom Winkel α

Die aus den Standardableitungen berechneten Lagetypen sind durch Winkel von -45° bis 85° bestimmt. Die RR-Zeiten bewegen sich zwischen 646 und 980 msec. Dies entspricht Herzschlagfrequenzen von 61 bis 93 Schlägen/min (Tab. 2).

Bei Betrachtung der Meßwertreihen nebeneinander läßt sich ein linearer Zusammenhang zwischen Herzschlagfrequenz und dem Winkel α nicht feststellen (siehe Anhang).

Tab. 2

Mittlere Herzschlagfrequenz (min^{-1}) und Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) der RR-Zeiten, verteilt auf die Winkel α in 5° -Klassen

Winkel α ($^\circ$)	n	$\bar{x}$ (min^{-1})	$\bar{x}$ (msec)	s
-45	1	68	883	-
-30	1	93	646	-
-15	2	81	740	-
-10	3	67	893	38
- 5	3	66	915	81
0	9	74	810	133
5	2	66	903	-
10	3	79	761	153
15	8	64	936	208
20	5	74	816	59
25	4	68	888	106
30	5	72	833	131
35	12	75	805	125
40	12	73	825	121
45	10	70	861	128
50	4	65	932	82
55	1	64	940	-
60	6	66	912	188
65	9	65	928	109
70	3	72	848	217
75	2	63	960	-
80	4	65	923	17
85	1	61	980	-

3.2 Abhängigkeit der Dauer des Kammerkomplexes von der Herzschlagfrequenz

Um zu prüfen, ob eine Beziehung der Kammerkomplexdauer zur Herzschlagfrequenz besteht, wurden die QRS-, QR- und RS-Zeiten der Ableitungen II, III, V_3 und D mit den entsprechenden RR-Zeiten korreliert.

Tabelle 3 zeigt eine Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten der durchgeführten Regressionsanalysen.

Tab. 3

Korrelationskoeffizienten der durchgeführten Regressionsanalysen.

Die Anzahl der Meßwertpaare aus Ableitung V_3 war für eine Berechnung der Korrelation mit der QR- ($n=0$) und mit der QRS-Zeit ($n=3$) zu klein.

	II	III	V_3	D
QRS-Zeit	0,28	0,002		0,08
QR-Zeit	0,21	-0,011		0,015
RS-Zeit	-0,10	0,15	0,045	-0,28

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der RR-Zeit und der Kammerkomplexdauer läßt sich nicht nachweisen.

Am Beispiel der RS-Zeit zeigt sich, daß eine Abhängigkeit von der RR-Zeit nicht besteht. Rein rechnerisch ergibt sich in Ableitung II ein negativer Trend (Abb. 2). Demzufolge wäre hier mit Zunahme der RR-Zeit eine Verkürzung des Kammerkomplexes zu erwarten. Demgegenüber zeichnet sich in den Ableitungen III und V_3 eine gegenteilige Tendenz ab (Abb. 3 und 4).

ABLEITUNG II

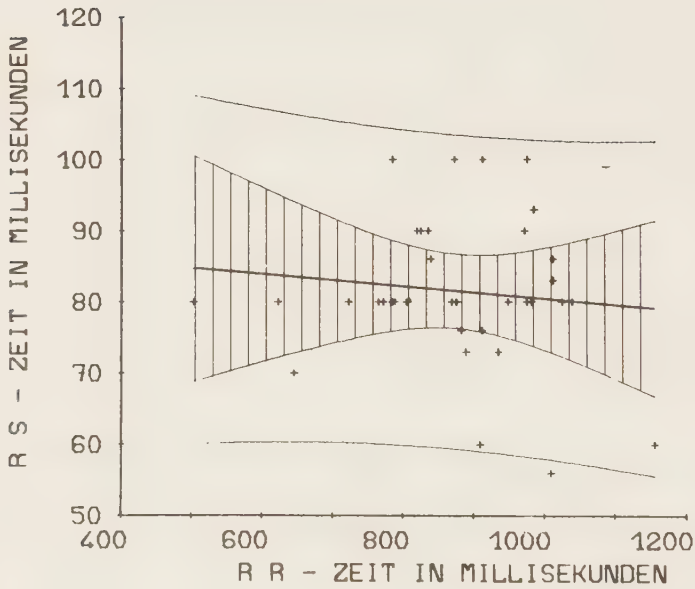


Abb. 2

Abhängigkeit der RS-Dauer von der RR-Zeit in Ableitung II.
Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 35$

$r = 0,108$

$y = -0,009 x + 89,08$

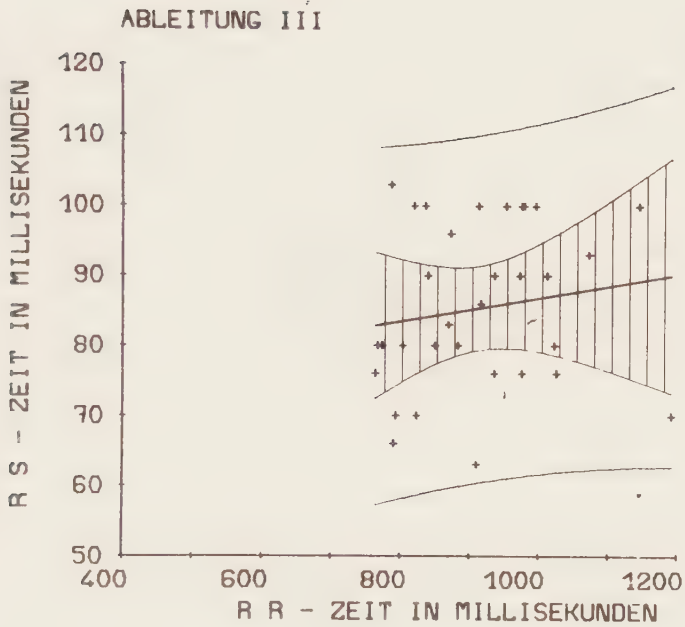


Abb. 3

Abhängigkeit der RS-Dauer von der RR-Zeit in Ableitung III.
Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$$n = 33$$

$$r = 0,151$$

$$y = 0,017 \cdot x + 70,15$$

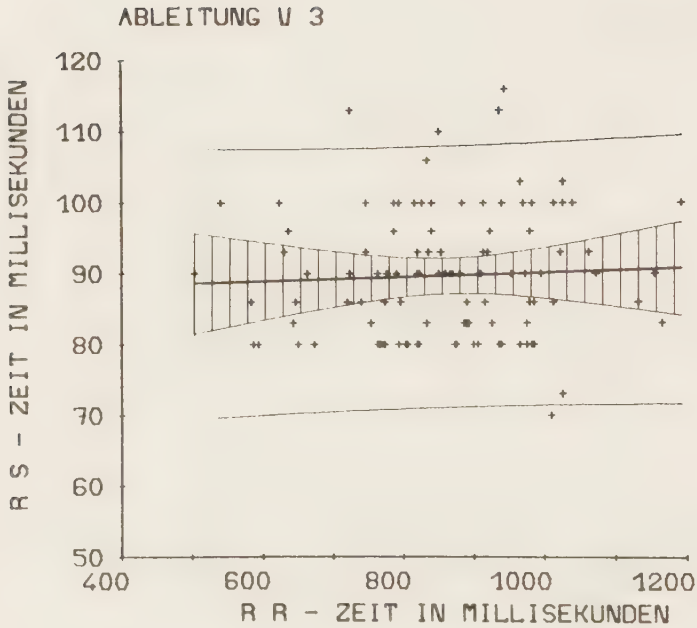


Abb. 4

Abhängigkeit der RS-Dauer von der RR-Zeit in Ableitung V₃.
Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 107$

$r = 0,457$

$y = 0,003 x + 87,10$

3.3 Abhängigkeit der Dauer des Kammerkomplexes vom Lagetyp

In den vier ausgewerteten Ableitungen ($n = 440$) war in 119 Fällen die Q-, R- und S-Zacke vorhanden. In 139 Fällen fehlte die S-Zacke. 182mal war keine Q-Zacke meßbar. Verteilt auf die einzelnen Ableitungen ergibt sich folgende Häufigkeit der verschiedenen Kammerkomplexbilder:

	II	III	V_3	D
QRS	46	33	3	37
QR	29	44		66
RS	35	33	107	7

Die mittlere Kammerkomplexdauer beträgt in den verschiedenen Ableitungen 80 bis 94 msec (Tab. 4).

In den Ableitungen II und D wird die längste mittlere Kammerkomplexdauer jeweils dann gemessen, wenn die Q-, R- und S-Zacke vorhanden waren. QR hat eine längere Dauer als RS in den Ableitungen II, V_3 und D. In Ableitung III ist die mittlere RS-Dauer länger als die durchschnittliche QRS- und QR-Zeit.

Tab. 4

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (V_k) der Dauer des Kammerkomplexes (QRS, QR, RS in msec), geordnet nach Ableitungen.

	II	III	V_3	D
QRS	$n = 46$ $\bar{x} = 93$ $s = 12$ $V_k = 12,5$	$n = 33$ $\bar{x} = 83$ $s = 8$ $V_k = 9$	$n = 3$	$n = 37$ $\bar{x} = 94$ $s = 10$ $V_k = 11$
QR	$n = 29$ $\bar{x} = 82$ $s = 10$ $V_k = 10,4$	$n = 44$ $\bar{x} = 80$ $s = 8$ $V_k = 10,4$	$n = 0$	$n = 66$ $\bar{x} = 90$ $s = 7$ $V_k = 8$
RS	$n = 35$ $\bar{x} = 81$ $s = 11$ $V_k = 14$	$n = 33$ $\bar{x} = 86$ $s = 9$ $V_k = 10,7$	$n = 107$ $\bar{x} = 89$ $s = 6,25$ $V_k = 7$	$n = 7$

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Zuordnung der Kammerkomplexzeiten zu den einzelnen Winkeln α . Aufgeführt sind nur die Ergebnisse, die aus mindestens drei berechneten Werten gemittelt werden konnten. Es läßt sich keine Bevorzugung einer bestimmten Winkelgröße durch eine bestimmte Länge des Kammerkomplexes erkennen. Somit kann nicht von einer Beziehung zwischen Lagetyp und Dauer des Kammerkomplexes gesprochen werden.

4. DISKUSSION

Die Abhängigkeit des Stromkurvenverlaufs im Elektrokardiogramm vom Lagetyp stellt sich durch Veränderungen von Größe und Richtung der Amplituden bei Änderungen der Herzlage dar (29). Der zunehmende Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen bei der Auswertung von Elektrokardiogrammen erfordert die exakte Kenntnis von Normbereichen und Toleranzgrenzen der einzelnen Teile des EKG-Komplexes. Hierbei verschiebt sich insbesondere die Beurteilung von der deskriptiven Form mit ihrer komplexen Aussage zu mathematisch exakt definierbaren Abschnitten der elektrischen Herzaktion.

Da verschiedene EKG-Abschnitte in Abhängigkeit von der Herzschlagfrequenz hinsichtlich Dauer und Form einem erheblichen Wandel unterworfen sein können, ist bei der automatischen EKG-Auswertung diese Variable stets zu berücksichtigen.

In der vorliegenden Studie war zu prüfen, ob der QRS-Komplex als Ausdruck der ventrikulären Erregungsausbreitung von der Richtung der elektrischen Herzachse abhängt. Die exakte Bestimmung der Richtung der elektrischen Herzachse ist an verschiedene Bedingungen geknüpft:

1. Simultanschreibung der benötigten Ableitungen,
2. Synchronität der gewählten Bezugspunkte,
3. normaler Erregungsablauf,
4. EINTHOVENS Vorstellungen vom gleichseitigen Ableitungsdreieck.

Während die Punkte 1 bis 3 durch die Wahl eines kardio-logisch unauffälligen Kollektivs und entsprechender Elektrokardiogramme gewährleistet sind, wird EINTHOVEN's Vorstellung vom gleichseitigen Ableitungsdreieck als Grundlage einer genauen Berechnung des Winkels α vorausgesetzt (13, 14, 18). Unterschiede der teils direkt bestimmten, teils aus errechneten Vektorgrößen gewonnenen Winkel für ein und dasselbe Elektrokardiogramm lassen sich damit erklären, daß die EINTHOVEN'sche These eine Idealvorstellung ist (14).

Zu der Frage des Zusammenhangs zwischen der Richtung der elektrischen Herzachse und der Herzschlagfrequenz sind bislang keine Untersuchungen veröffentlicht worden.

Die von uns gefundenen Ergebnisse zeigen, daß bei Männern ohne kardiozirkulatorische Erkrankungen das Ruheelektrokardiogramm keinen Hinweis auf eine Beziehung zwischen Herzlagetyp und Herzschlagfrequenz gibt.

Der Streubereich für die Richtung der elektrischen Herzachse umfaßt bei Kreislaufgesunden nach ASHMAN (2) den Winkelbereich von -57° bis 136° . Infolgedessen müssen auch extrem erscheinende Lagetypen nicht zwangsläufig pathognomonischen Charakter haben (2, 9, 12, 14).

Die Beziehung zwischen Kammerkomplexzeit und Herzschlagfrequenz ist in der Vergangenheit von verschiedenen Arbeitsgruppen untersucht worden. So beschreibt ASHMAN (2) eine Verkürzung der QRS-Zeit mit Zunahme der Herzschlagfrequenz. Allerdings sei diese Veränderung so gering, daß sie manuell kaum meßbar sei. FRIEDBERG (9) erwähnt ebenfalls, daß mit steigender Frequenz eine Abnahme der QRS-Dauer zu beobachten sei.

HOLZMANN (14) verweist auf einen Versuch SCHELLONG's, in welchem die Abhängigkeit der QRS-Dauer von der Frequenz bei Tachycardie nach Belastung untersucht wurde. SCHELLONG benutzte hierbei einen beschleunigten Papiertransport von 10 bis 12 cm/sec und stellte damit bei Gesunden eine Verkürzung der QRS-Zeit um mehr als $2/1000$ sec fest. Wenn keine Tachycardie auftrat, war die Verkürzung geringer oder fehlte ganz.

Unter praktisch-klinischen Aspekten scheint dieses Ergebnis jedoch ohne große Bedeutung zu sein, zumal die Begrenzungen des QRS-Komplexes eine Ablesung auf $1/1000$ sec mit der herkömmlichen Methode nicht zulassen (14). Der Meßfehler beträgt bei der konventionellen Auswertung $5/1000$ sec. Dies entspricht 0,5 mm bei einem Papiervorschub von 50 mm/sec. Da jedoch die erwartete Änderung der QRS-Dauer kleiner ist, läßt sie sich für die klinische Routinediagnostik nicht verwerten.

Die von uns durchgeführten Regressionsanalysen ergaben sowohl positive Hinweise als auch negative Zusammenhänge. Diese ließen sich aber nicht statistisch sichern. Daher ist bei herzgesunden Personen ein Zusammenhang zwischen Kammerkomplexzeit und Herzschlagfrequenz zu verneinen.

Die Kammerkomplexzeit ist die Zeit, die die Erregung benötigt, um sich in den Ventrikeln auszubreiten. Sobald die Erregungsleitung gestört ist, verlängert sich die QRS-Zeit. Der Lagetyp ist bestimmt u.a. durch das Massenverhältnis beider Herzkammern (28). Bei der Hypertrophie beispielsweise kommt es in der Regel zu einer Achsenabweichung in die Richtung des hypertrophierten Ventrikels und gleichzeitig zu einer QRS-Verbreiterung. Andererseits werden jedoch Richtungsänderungen der elektrischen Herzachse beobachtet, die zwar mit einer Ventrikelhypertrophie einhergehen, nicht aber mit einer Veränderung der QRS-Dauer. Diese Erscheinung bei Herzkranken

mit deutlichen EKG-Veränderungen läßt sich jedoch nicht auf den Erregungsablauf bei herzgesunden Probanden übertragen. Die Zuordnung der getrennt nach den jeweiligen Ableitungen berechneten QRS-, QR- und RS-Zeiten zu ihrem jeweiligen Winkel α ergibt, daß die ventrikuläre Erregungsausbreitungszeit keine gerichtete Beziehung zum Lagetyp aufweist.

Aus unseren Ergebnissen ergeben sich für die Praxis folgende Schlußfolgerungen:

1. Bei der Auswertung von Elektrokardiogrammen in Screeninguntersuchungen kann die Herzschlagfrequenz für die diagnostische Bewertung des Lagetyps sowie die Dauer des Kammerkomplexes unberücksichtigt bleiben.
2. Die Richtung der elektrischen Hauptachse des Herzens hat keinen Einfluß auf die Erregungsausbreitungszeit in den Herzkammern.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Elektrokardiogrammen von 110 klinisch herzgesunden Werkstättenarbeitern wurden die Parameter Winkel α , QRS-, QR- und RS-Zeit gemessen bzw. berechnet. Die Studie galt der Frage des Zusammenhangs zwischen der Richtung der elektrischen Herzachse und der Erregungsausbreitungszeit in den Kammern. Als wichtige und aussagekräftige Größe des Elektrokardiogramms wurde auch die Herzschlagfrequenz berechnet und ihre Bedeutung im Hinblick auf den Winkel α und die Kammerkomplexzeit geprüft.

Die Zuordnung der Herzschlagfrequenzen zu den jeweiligen Winkeln ergab ebenso wie die korrelationsanalytischen Untersuchungen einer Beziehung zwischen QRS-Dauer und Herzschlagfrequenz ein zufälliges Bild. Bei der

Gegenüberstellung der Kammerkomplexzeiten mit den entsprechenden Winkeln ließ sich kein Zusammenhang feststellen.

Für die klinische Routinediagnostik ergeben sich folgende Konsequenzen:

1. Bei der Auswertung von Elektrokardiogrammen in Screeninguntersuchungen kann die Herzschlagfrequenz für die diagnostische Bewertung des Lagetyps sowie die Dauer des Kammerkomplexes unberücksichtigt bleiben.
2. Die Richtung der elektrischen Hauptachse des Herzens hat keinen Einfluß auf die Erregungsausbreitungszeit in den Herzkammern.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALEXANDER, D.C., D. WORTZMAN:
Computer diagnosis of electrocardiograms.
I. Equipment.
Comput. biomed. Res. 1, 348-365 (1968)
2. ASHMAN, R.:
Essentials of Electrocardiography.
Macmillan Ed., New York 1941
3. BONNER, R.E., H.D. SCHWETMAN:
Computer diagnosis of electrocardiograms.
II. A computer program for ECG measurements.
Comput. biomed. Res. 1, 366-386 (1968)
4. BONNER, R.E., L. CREVASSE, M.I. FERRER, J.C. GREENFIELD:
A new computer program for analysis of scalar electro-
cardiograms.
Comput. biomed. Res. 5, 629-653 (1972)
5. BÖRGER, H.H.:
Ekg-Information.
Steinkopff, Darmstadt 1974
6. CARCERES, C.A., H.M. HOCHBERG:
Performance in the analysis of the electrocardiogram.
Amer. Heart J. 79, 439-443 (1970)
7. DOCUMENTA GEIGY:
Wissenschaftliche Tabellen.
7. Aufl.
J.R. Geigy A.G., Basel 1968
8. EDDLEMAN, E.E., H.V. PIPBERGER:
Computeranalysis of the orthogonal electrocardiogram
and vectorcardiogram in 1002 patients with myocardial
infarction.
Amer. Heart J. 81, 608-621 (1971)
9. FRIEDBERG, C.K.:
Erkrankungen des Herzens.
Thieme, Stuttgart 1972, Bd. I
10. GELIN, J., P. DUCIMETIERE, J. Kahn, J. ROCHMAURE,
J. LENEGRE:
Analyse automatique de l'électrocardiogramme. Tests
d'un programme d'analyse et considérations techniques.
Arch. Mal. Coeur 64, 587-604 (1971)

11. GORMAN, P.A., J.M. EVANS:
Computer analysis of the electrocardiogram:
Evaluation of experience in a hospital heart station.
Amer. Heart J. 80, 515-521 (1970)
12. HEGGLIN, R.:
Differentialdiagnose innerer Krankheiten.
Thieme, Stuttgart 1975
13. HEINECKER, R.:
EKG-Fibel.
9. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1973
14. HOLZMANN, M.:
Klinische Elektrokardiographie.
Thieme, Stuttgart 1965
15. IMMICH, H.:
Medizinische Statistik.
Schattauer, Stuttgart - New York 1974
16. Köhler, A.:
Grundlagen der Elektrokardiographie.
Z. Allg. med. 35 (1969)
17. KORTH, C., J. SCHMIDT:
Klinische Elektrokardiographie.
Urban Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1969
18. LEPESCHKIN, E.:
Hilfsbuch zur systematischen Analyse des Elektro-
kardiogramms.
Wiss. Verl. Ges., Stuttgart 1947
19. MACFARLANE, P.W.:
ECG waveform identification by digital computer.
Cardiovasc. Res. 5, 141-146 (1971)
20. MICHAELIS, J., J. DUDECK:
Computeranalyse des Elektrokardiogramms.
II. Programmsysteme zur automatischen EKG-Auswertung.
Klin. Wschr. 49, 729-738 (1971)
21. MILLIKEN, J.A., D.W. LYWOOD, J.E. FAY, W. ORME,
J. WARTAK:
ECG data acquisition for computer analysis.
Canad. med. Ass. J. 102, 1281-1285 (1970)

22. MILLIKEN, J.A., D.W. LYWOOD, J.E. FAY, W. ORME, J. WARTAK:
Diagnostic evaluation of ECG data by a computer.
Canad. med. Ass. J. 104, 801-805 (1971)
23. PORDY, L., H. JAFFE, K. CHESKY, C.K. FRIEDBERG, L. FALLOWES, R.E. BONNER:
Computer diagnosis of electrocardiograms.
IV. A computer program for contour analysis with clinical results of rhythm and contour interpretation.
Comput. biomed. Res. 1, 408-433 (1968)
24. PRYOR, T.A., R. RUSSEL, A. BUDKIN, W.G. PRICE:
Electrocardiographic interpretation by computer.
Comput. biomed. Res. 2, 537-548 (1969)
25. RIEDL, H.:
Ein neues System der automatischen EKG-Auswertung.
Electromedia 4, 251-257 (1970)
26. SCHAUB, F.A.:
Grundriß der Elektrokardiographie.
Ciba-Geigy A.G., Basel 1973
27. SCHMIDT, J.:
Hämodynamik und Elektrokardiogramm.
Urban Schwarzenberg, München-Berlin 1961
28. SCHWEIZER, W.:
Elektrokardiogramm und Herzlage.
Arch. Kreisf. Forsch. 26 1, (1957)
29. WARTAK, J., J.A. MILLIKEN, J. KARCHMAR:
Computer program for pattern recognition of electrocardiograms.
Comput. biomed. Res. 3, 344-374 (1970)
30. WEBER, E.:
Grundriß der biologischen Statistik.
Fischer, Stuttgart 1967
31. YASUI, S., M. YOKOI, Y. WATANABE, N. OKAMOTO, M. OKAJIMA, Y. MIZUNO:
On-line diagnostic system of electrocardiogram by small scale digital computer.
Jap. Circulat. J. 32, 1579-1601 (1968)

7.0 ANHANG

Tabellarische Zuordnung der Kammerkomplexzeiten zu ihren Winkeln, nach Ableitungen getrennt.

Tab. 6

Ableitung II

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der QRS-Zeiten (msec) und Winkel α ($^{\circ}$)

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-10	2	87	-
- 5	1	60	-
0	3	93	6,7
15	5	85	16,3
20	2	108	-
25	2	105	-
30	3	93	11,5
35	8	85	8,2
40	6	93	11,2
45	4	88	10,0
50	1	100	-
60	3	104	13,5
65	4	92	16,7
70	1	93	-
80	1	100	-

Tab. 7

Ableitung III

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der QRS-Zeiten (msec) und Winkel α ($^{\circ}$)

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
0	1	90	-
5	1	80	-
15	2	78	-
30	3	73	8,8
35	7	79	6,6
40	6	78	13,8
45	4	83	11,9
50	1	100	-
60	3	84	21,4
65	3	87	5,7
75	1	73	-
80	1	87	-

Tab. 8

Ableitung V_3

QRS-Zeiten (msec) und Winkel α ($^\circ$)

Winkel ($^\circ$)	n	QRS (msec)
- 5	1	83
15	1	100
35	1	97

Tab. 9

Ableitung D

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der QRS-Zeiten (msec) und Winkel α ($^{\circ}$)

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-10	3	93	12,0
0	3	82	6,9
5	1	100	-
15	2	100	-
20	1	113	-
25	1	100	-
30	1	97	-
35	4	88	7,9
40	5	96	16,7
45	4	93	10,5
50	2	85	-
60	4	101	16,4
65	3	93	6,7
75	1	87	-
80	2	100	-

Tab. 10

Ableitung II

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der QR-Zeiten (msec) und Winkel α ($^{\circ}$)

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
0	2	77	-
5	1	73	-
10	2	87	-
15	2	100	-
20	1	67	-
30	1	87	-
35	2	83	-
40	2	100	-
45	2	90	-
50	1	73	-
55	1	80	-
60	2	77	-
65	4	91	6,9
70	2	78	-
75	1	80	-
80	2	88	-
85	1	70	-

Tab. 11

Ableitung III

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der QR-Zeiten (msec) und Winkel α ($^{\circ}$)

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-30	1	80	-
-15	1	80	-
0	3	88	10,7
5	1	87	-
10	2	88	-
15	2	78	-
20	3	66	17,1
25	1	80	-
30	1	93	-
35	5	77	3,7
40	3	87	11,6
45	3	79	5,1
50	3	71	10,2
55	1	63	-
60	2	87	-
65	5	79	9,3
70	3	80	-
75	1	80	-
80	2	95	-
85	1	70	-

Tab. 12

Ableitung D

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der QR-Zeiten (msec) und Winkel α ($^{\circ}$)

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-45	1	87	-
-30	1	93	-
-15	2	88	-
- 5	3	80	-
0	5	93	6,8
5	1	90	-
10	2	97	-
15	6	91	6,5
20	4	82	12,6
25	1	107	-
30	3	89	8,4
35	8	90	6,3
40	6	88	10,9
45	5	92	8,4
50	2	90	-
55	1	90	-
60	2	82	-
65	6	94	8,0
70	3	93	6,7
75	1	100	-
80	2	100	-
85	1	73	-

Tab. 13

Ableitung II

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der RS-Zeiten (msec) und Winkel $\alpha(^{\circ})$

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-45	1	77	-
-30	1	70	-
-15	2	90	-
-10	1	100	-
- 5	2	85	-
0	4	83	5,0
5	1	93	-
10	1	100	-
15	1	60	-
20	2	85	-
25	2	93	-
30	1	73	-
35	2	68	-
40	4	82	3,3
45	4	82	5,7
50	2	82	-
60	1	60	-
65	1	73	-
75	1	80	-
80	1	80	-

Tab. 14

Ableitung III

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der RS-
Zeiten (msec) und Winkel $\alpha(^{\circ})$

Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-45	1	80	-
-15	1	100	-
-10	3	89	10,2
- 5	3	78	10,7
0	5	85	14,8
10	1	97	-
15	4	82	17,4
20	2	82	-
25	3	94	7,7
30	1	77	-
40	3	90	10,0
45	3	86	12,6
60	1	100	-
65	1	70	-
80	1	77	-

Tab. 15

Ableitung V_3

Mittelwerte ($\bar{x}$) mit Standardabweichungen (s) der RS-Zeiten (msec) und Winkel $\alpha(^{\circ})$

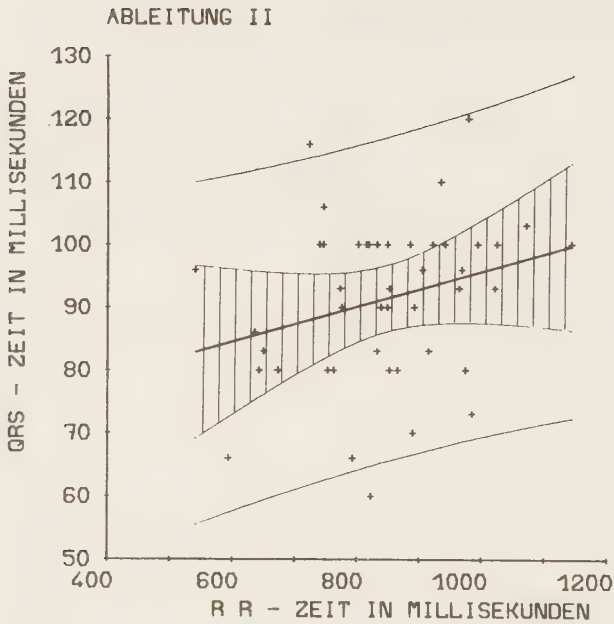
Winkel ($^{\circ}$)	n	$\bar{x}$ (msec)	s
-45	1	100	-
-30	1	87	-
-15	2	85	-
-10	3	97	12,0
- 5	2	85	-
0	9	89	9,1
5	2	87	-
10	3	83	5,8
15	7	89	6,0
20	5	95	12,6
25	4	100	10,9
30	5	85	5,1
35	11	87	8,9
40	12	92	8,2
45	10	90	7,6
50	4	97	11,6
55	1	80	-
60	6	91	7,1
65	9	86	11,8
70	3	93	-
75	2	92	-
80	4	96	5,1
85	1	87	-

Tab. 16

Ableitung D

RS-Zeiten (msec) und Winkel $\alpha(^{\circ})$

Winkel ($^{\circ}$)	n	RS (msec)
0	1	80
10	1	83
25	2	85
30	1	90
40	1	80
45	1	83



Ableitung II

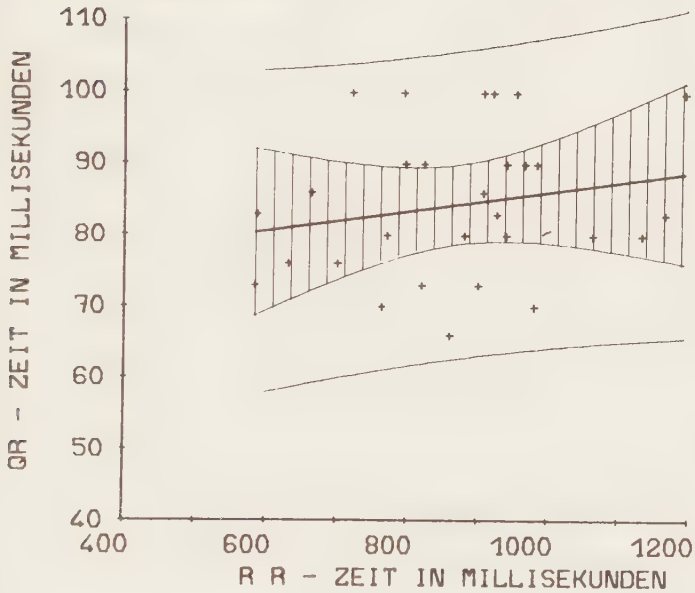
Abhängigkeit der QRS-Dauer von der RR-Zeit
Punktediagramm aus den einzelnen Wertpaaren.

$n = 46$

$r = 0,28$

$y = 0,028 x + 67,92$

ABLEITUNG II



Ableitung II

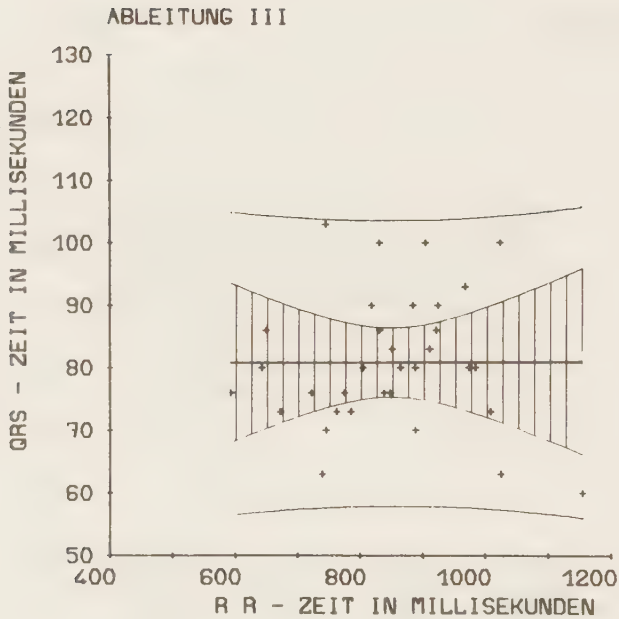
Abhängigkeit der QR-Dauer von der RR-Zeit.

Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 29$

$r = 0,21$

$y = 0,014 x + 72,39$



Ableitung III

Abhängigkeit der QRS-Dauer von der RR-Zeit.

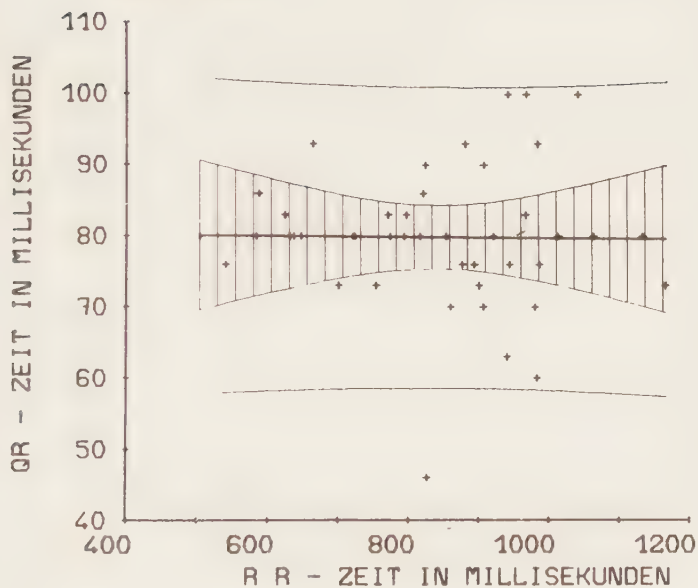
Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 33$

$r = 0,002$

$y = 0,00 \cdot x + 80,70$

ABLEITUNG III



Ableitung III

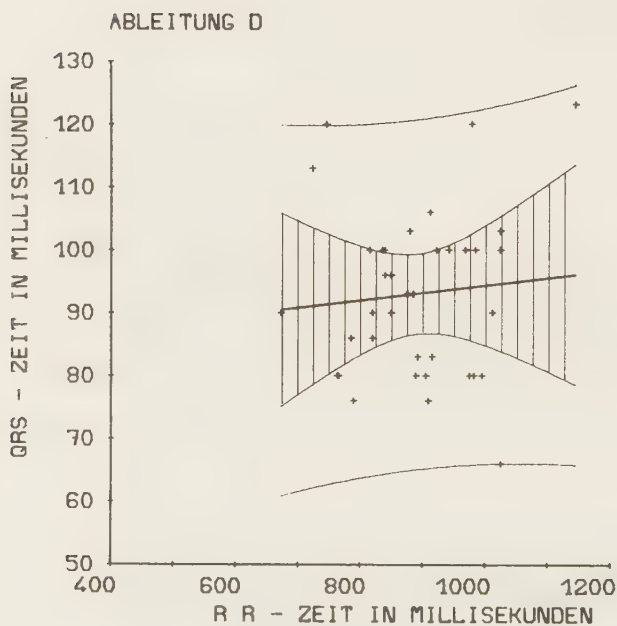
Abhängigkeit der QR-Dauer von der RR-Zeit.

Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 44$

$r = 0,01$

$y = -0,001 x + 80,48$



Ableitung D

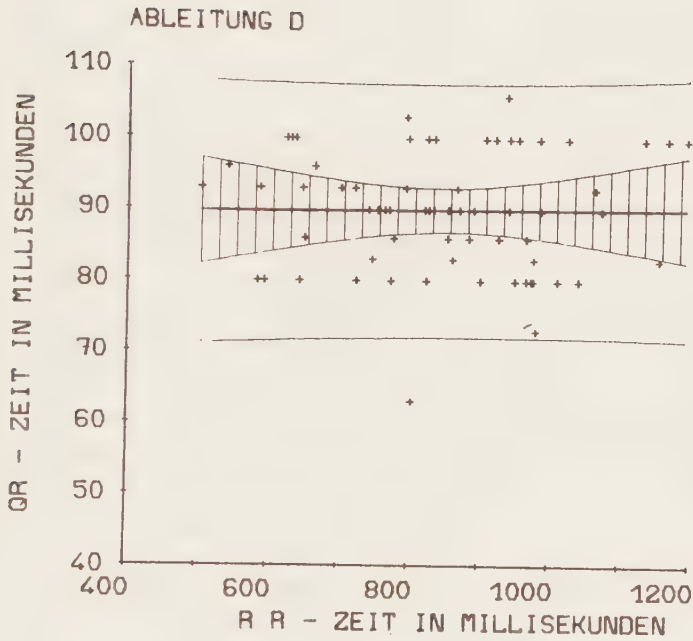
Abhängigkeit der QRS-Dauer von der RR-Zeit.

Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 37$

$r = 0,08$

$y = 0,012 x + 82,63$



Ableitung D

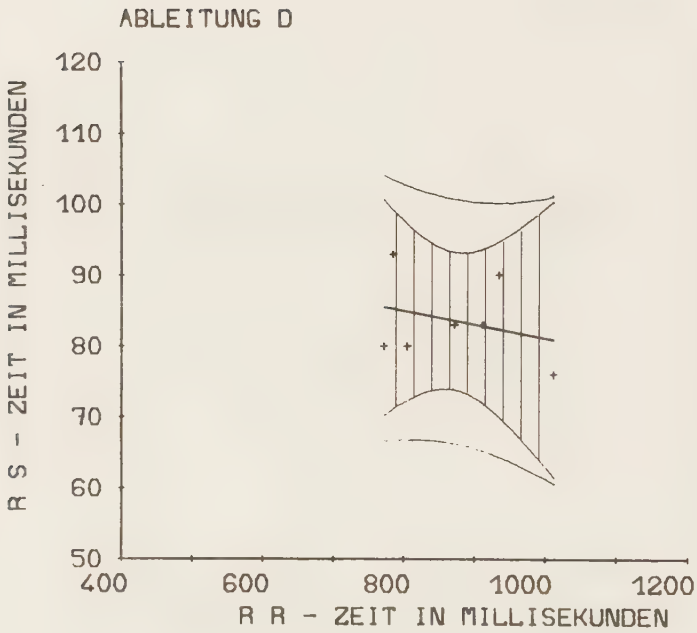
Abhängigkeit der QR-Dauer von der RR-Zeit.

Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$n = 66$

$r = 0,01$

$y = 0,001 x + 89,27$



Ableitung D

Abhängigkeit der RS-Dauer von der RR-Zeit.

Punktediagramm aus den einzelnen Wertepaaren.

$$n = 7$$

$$r = 0,28$$

$$y = -0,019 x + 100,22$$

LEBENS LAUF

Am 5.3.1948 wurde ich als zweites Kind von Gustav und Ernestine Brunner, geb. Grohmann, in Berg geboren. Nach dem Besuch der Volksschule von 1954 bis 1958 trat ich in die Oberrealschule Neumarkt/Opf. ein.

1965 starb mein Vater. Ich wechselte in die Max-Rill-Schule Reichersbeuren/Bad Tölz und bestand hier 1968 das Abitur.

Im Herbst 1968 nahm ich das Germanistikstudium an der Universität Erlangen-Nürnberg auf.

Zum Sommersemester 1971 begann ich das Studium der Humanmedizin ebenfalls in Erlangen und beendete dies im Juli 1976 mit dem Staatsexamen.

Seit Mai 1973 bin ich verheiratet.

Marie-Luise Vogel

Marie-Luise Friederike Vogel, geb. Brunner

Offset — 
Siebdruck
S.Kriegelstein

Bierlachweg 37 8520 Erlangen
Telefon 09131/33907